开放科学环境下 PLOS 系列期刊代码共享政策研究*

翟　军　范卫华　胡慧玲　李剑锋**

大连海事大学航运经济与管理学院，大连市凌海路 1 号 116026

摘要：[**目的**]以 PLOS 出版机构和系列期刊为例，研究学术期刊的代码共享政策，为国内期刊优化开放科学政策提供借鉴和参考。[**方法**]通过文献分析和网络调查方法，梳理和分析 PLOS 代码共享政策的演进脉络、主要内容和发展趋势。[**结果**]PLOS 代码共享政策已从数据政策中独立出来，其强制性的代码可用性声明及其配套政策已有效提升期刊发表论文的代码共享率，有利于研究的再现和效率的提升。[**结论**]在开放科学深入发展时期，与数据政策相比，学术期刊的代码共享政策还处于起步阶段，发展趋势包括与数据政策协调发展及遵循和应用 FAIR 软件原则，对于我国学术期刊伴随数据政策出台代码政策具有参考价值。

关键词：开放科学；代码共享政策；学术期刊；科学软件；开放代码；数据政策

在数据密集型和计算密集型科研范式下，数据及其相关的软件和源代码的价值日益凸显，已成为开放科学和开放出版的主要关注对象[1]。2021 年 11 月，联合国教科文组织（UNESCO）通过《开放科学建议书》，标志着开放科学迈入全球深入发展的新阶段，其显著特征是继“开放获取”和“开放数据”之后，“开放源代码”逐步成为开放科学的支柱之一[2]。目前，法国、荷兰、澳大利亚、欧盟及研究软件联盟（Research Software Alliance，ReSA）等国家和组织正采取措施促进科学软件的开放共享，包括建设软件仓储库、实施 FAIR 原则和推动软件出版等[2-3]。

学术出版一直是开放科学运动的重点领域[4]。近年来，一些有影响力的学术出版商和学术组织，伴随着数据共享政策，相继推出代码共享政策[5]，包括 Springer Nature、PLOS、欧洲地球科学联合会（European Geosciences Union，EGU）、美国地球物理学会（American Geophysical Union，AGU）和美国经济学会（American Economic Association，AEA）等。同时，学术界对科学软件/代码开放共享的研究也日益活跃，涵盖软件引用和学术影响力评价[2]、FAIR 软件原则[3,6]、软件出版平台及其元数据[7]和出版政策[8-10]等。但总体上，目前国内对学术论文关联的软件和代码开放共享的关注程度还远远不够，研究和实践都严重滞后于科学数据的开放共享，导致相关成果偏少，不利于我国学术出版领域开放科学实践的全面、均衡和持久发展。

著名的出版机构 PLOS（Public Library of Science）是开放科学的积极践行者，其开放获取（Open Access，OA）模式、知识服务平台和出版运营经验等得到了我国学者的持续关注[11-13]。实际上，PLOS 也走在了“代码共享”（Code Sharing）的前列，其代码政策已成为独

* **基金项目：** 辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目“数智时代信息管理与信息系统一流专业建设的研究与实践”（辽教通〔2022〕166号-339）。

**

作者简介：翟　军（ORCID：0000-0002-0525-2843），博士，教授， Email：zhaijun@dlmu.edu.cn；范卫华，硕士研究生；胡慧玲，硕士研究生；李剑锋，博士，教授。

通讯作者：翟　军（ORCID：0000-0002-0525-2843）。

立的出版政策，并取得初步成效[8]。以此为切入点，本文通过文献分析和网络调查方法，较为系统地解读 PLOS 系列期刊代码共享政策的演进脉络、主要内容和发展趋势，总结“代码可用性声明”的典型案例和常见模式，分析 FAIR 软件原则的指导作用，以期为我国学术出版机构在开放科学新形势下完善学术期刊的出版政策提供借鉴和参考。

1 PLOS 代码共享政策的演进

“科学软件”（Scientific Software）也称“研究软件”（Research Software）或“学术软件”（Academic Software），开放科学环境下通常以源代码（Source Code）的形式被复用[4]。目前各方对它还没有形成统一的理解，普遍采纳的是 ReSA 给出的定义[14-15]，即科学软件是在研究过程或为研究目的而创建的源代码、算法、脚本、计算工作流和可执行程序。进而，UNESCO 将“开放软件/代码”定义为“软件及其源代码可以被任何人公开访问、获取和重复使用”[14]。

在出版实践中，PLOS 一直重视学术论文关联的科学软件和源代码的开放共享，并稳步提升其在开放科学实践中的地位，相关政策的演进见图 1。

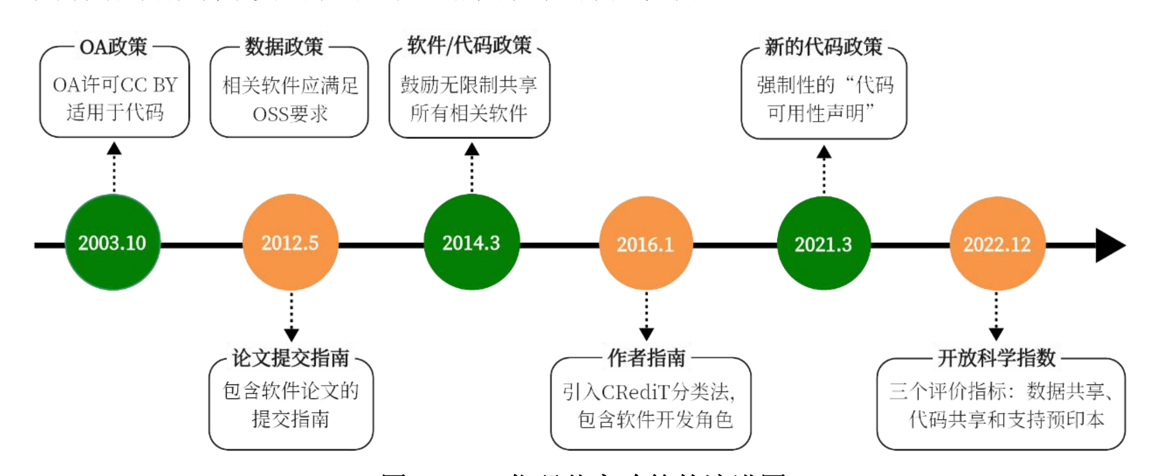


图 1 PLOS 代码共享政策的演进图

从 2003 年 10 月创办第一种开放获取期刊 *PLOS Biology* 起，PLOS 就强调应该将开放获取许可 CC BY（Creative Commons-Attribution）应用于研究的任何方面：论文、数据和方法（包括代码）等[16]。开放数据是开放科学的重点领域，早期（2014 年 3 月 3 日前）的 PLOS 数据政策规定，如果一个新软件或新算法是论文的核心，则作者有责任让软件满足“开源软件”（Open Source Software，OSS）的要求：①提供合适的开源许可，如 BSD、LGPL 和 MIT 等；②将源代码存储到公共库中，如 GitHub 等[17]。随后，这些规定成为独立出来的 PLOS 代码共享政策的核心内容。2016 年 1 月，PLOS 在各个期刊的作者指南中引入“贡献者角色分类法”（Contributor Role Taxonomy，CRediT），将作者贡献划分为 14 个类别，包括论文构思、撰写、数据管理、软件开发和数据可视化等[18]。

随着开放科学的发展，PLOS 支持的计算生物学研究社区逐步形成代码共享的良好文化氛围。研究表明，2019 年发表在 *PLOS Computational Biology* 上的论文，已有 41%自愿共享代码[19]。为进一步了解研究人员对强制性代码共享政策的态度，2020 年 9 月至 2021 年 3 月期间，PLOS 指导 *PLOS Computational Biology* 编委会开展了一项覆盖 8306 名潜在受访者的调查工作。结果表明，75%的反馈者表示要查看与论文相关的代码，其中 70%的人认为这能够帮助理解论文内容，63%的人会直接验证或运行代码，12%的人想用自己的数据重复研究工作，同时有 48%的人希望复用或重构代码[20]。

在研究社区的驱动下，PLOS 认识到“开放代码”（Open Code）的重要作用：①支持研

究的再现性；②提高后续相关研究的效率；③证明成果的可信度；④增加成果的可用性；⑤提高论文的引用潜力。同时，PLOS 进一步明确了“开放代码”的含义，即“对于科学研究中出于数据收集、解释或分析目的而自行开发的代码，将其在开放获取许可下发布到仓储库，或者作为论文的支撑材料共享出来”[20]。

在此背景下，从 2021 年 3 月 30 日起，依托 *PLOS Computational Biology* 期刊，PLOS 开始实施更加规范和严格的代码共享政策。2022 年 12 月，PLOS 推出“开放科学指数”（Open Science Indicators，OSI），对 8 万多篇论文的开放科学实践进行评价，采用的评价指标有三个，分别是数据共享、代码共享和支持预印本[21]。

2 PLOS 代码共享政策的主要内容

代码共享政策脱胎于数据共享政策，两者有许多相通之处。因此，参照学术期刊数据政策框架和要素的研究成果[22]，从代码共享要求、软件论文结构、代码可用性声明和软件存储规则等四方面介绍政策的主要内容。需要指出的是，由于软件拥有不同于数据的独特性[3]，代码政策与数据政策在具体内容上的差异也是显著的。

2.1 软件与源代码共享

于 2014 年 3 月出台的《材料、软件和代码共享政策》是与《开放数据政策》并列的出版政策，适用于 PLOS 旗下的所有 12 种期刊[23]。

当软件是论文的核心内容时，该政策期望：①论文出版时，作者要无限制地共享所有相关软件；②无论版本如何升级，作者必须确保软件在一段时间内可用；③如果原始软件无法共享，作者必须提供合理的副本。类似于数据政策中的“最小数据集”[5]，作者提交的软件手稿需要满足一些基本要求：①软件符合 OSI（Open Source Initiative）的开源定义和标准；②将软件源代码、安装和运行说明文档及测试数据集保存到开放的软件仓储库中；③在论文的“支撑信息”（Supporting Information）部分提供软件相关的文档，并将接受同行评审；④在论文中包含到仓储库中软件地址的链接。

为进一步促进共享和复用代码，政策还提出一些建议：①在仓储库中为代码分配一个持久的标识符（Persistent Identifier，PID），如 DOIs（Digital Object Identifiers）；②通过文档详细描述代码之间的依赖关系；③在论文的“数据可用性声明”（Data Availability Statement，DAS）部分，给出获取代码的途径和方式。

如果由于法律或伦理原因无法共享代码，则作者应在 DAS 中说明这一点，并详细说明如何通过申请而获取代码。在代码无法共享的情况下，如果认为有必要对论文手稿进行全面评估，编辑和审稿人保留获取代码的权利。

如果软件或算法不是论文的核心内容，PLOS 也鼓励作者免费共享所有相关材料，包括软件及其源代码等。

2.2 软件论文

PLOS 旗下的 *PLOS Climate*、*PLOS Global Public Health*、*PLOS Water* 和 *PLOS Computational Biology* 等期刊支持作者发表“软件论文”（Software Paper）——描述一种具有广泛实用性的开源软件工具，该工具代表产生生物学新见解上的重大进步。其中，*PLOS Computational Biology* 于 2011 年 8 月推出“软件专区”，汇集其发表的软件论文。2012 年 5 月，*PLOS Computational Biology* 明确了软件论文的结构要求，详见表 1[24]。

表 1 软件论文的结构

序号	核心模块	要求
1	标题（Title）	文章标题包含软件的名称

2	摘要（Abstract）	介绍软件实现的任务，特别是可以获得的生物学新见解
3	引言（Introduction）	描述软件所解决的问题，及其解决问题的新颖性和特殊性
4	设计和实现（Design and Implementation）	详细描述软件实现的算法、算法是如何实例化的及软件的依赖关系
5	结果（Results）	使用该软件解决的生物学问题的示例，包括在测试数据和相关参数下获得的结果展示
6	可用性和未来方向（Availability and Future Directions）	提供软件的存储位置和许可信息，作者的未来工作计划，及其他人如何扩展软件的建议
7	数据可用性声明（Data Availability Statement）	同一般的研究论文一样，提供再现研究所需所有数据的存储位置和获取方式
8	支撑信息（Supporting Information）	提供软件的测试数据和参数，及如何安装和运行软件的描述文档

同一般的研究论文一样，作者在提交软件论文时，要同步提交源代码、二进制可执行程序、测试数据和操作文档等。不同之处在于，软件论文能够发表的先决条件是，编辑或评审人能够根据作者提供的软件、数据和参数再现研究结果。

2.3 代码可用性声明

“数据可用性声明”（DAS）促进了期刊数据共享机制的规范化和标准化，已成为学术期刊数据政策的重要组成部分，包括 PLOS 系列期刊[25, 26]。类似地，为完善已有政策，*PLOS Computational Biology* 于 2021 年 3 月出台新的代码共享政策，其核心是“代码可用性声明”（Code Availability Statement，CAS）[27]。

新政策的要点是：①2021 年 3 月 30 日以后提交给期刊的新论文必须共享所有相关代码，除非因法律或伦理原因申请该政策的豁免；②在论文的 DAS 部分声明代码的可用性，建议将代码在开源许可下保存在公共仓储库中；③在商业软件包（如 Matlab、SPSS 和办公软件等）中执行的代码也必须共享，商业软件包的版本信息应包含在 DAS 中；④对代码共享的任何限制必须在 DAS 中说明，并接受编辑评估；⑤规范引用软件，在参考文献中列入具有 PID 的代码；⑥作者对代码的质量负责；⑦对于软件论文，先决条件是将代码存放在能够远程执行的仓储库中，或者提供安装和使用软件的详细说明文档；⑧同行评审专家被要求评估作者是否遵守该政策，并能自行审查代码。

CAS 的基本内容是共享代码的获取位置或方式，并尽可能提供更加丰富的代码可用性信息，如开源许可、依赖包和相关数据等。通过对实际发表论文的调查，CAS 主要内容分类及其示例文本见表 2。

表 2 代码可用性声明（CAS）的内容分类

序号	声明内容	示例文本
1	数据和代码存储在同一个软件仓储中	支持再现研究的所有数据和代码都在 https://github.com/organic-chemistry/repli1D 可获取
2	数据和代码存储在同一个数据仓储中	数据和代码存储在 https://doi.org/10.5281/zenodo.6378376
3	数据和代码分别存储	代码归档于 https://github.com/SamuelBrudner/juvenile_syllable_analysis，数据通过 DOI: 10.7924/r4j38x43h 获取
4	只有代码，没有数据	开源软件工具位于 https://github.com/marcottelab/whatprot，版本是 v1-updated，本研究无新数据产生
5	代码存储在多个仓储	代码分别存储在 https://simtk.org/projects/musc_regen_abm 和

	库中	https://github.com/stkhuu/muscleRegen.git
6	代码在论文“支撑信息”的文件里	再现研究所需代码作为支撑材料提供，见“支撑信息”部分的文件 MakeFigs.m 和 MakeFigS3.m
7	代码存储在带有 DOI 的仓储库中	所有代码存储在 GitHub，同时使用 Zenodo 分配 DOI：https://doi.org/10.5281/zenodo.7727880
8	依赖包的获取方式	①swga2.0 程序和所有依赖包都可以从 https://anaconda.org/janedwivedi/swga2 下载到 conda 环境中；②代码运行在 OpenFOAM v6 上，获取地址 https://openfoam.org/version/6/
9	代码在公共仓储库中受限访问	NeMoCAD 代码存储在 https://doi.org/10.5281/zenodo.7692712，需提交申请访问，申请文档在“支撑信息”部分可找到
10	不能共享代码	由于伦理限制（伦理协议 B322201630276），无法提供源代码
11	使用成熟软件	①使用软件 Rosetta，版本 ad2739a，该软件对学术社区免费，通过 https://www.rosettacommons.org 下载和安装；②R-CNN 使用 Python 3.7.3 训练；③使用开源工具 ParaView（www.paraview.org）进行可视化
12	说明开源许可	①代码在 GPL3 许可证下使用；②R 语言包在 MIT 许可下存储在 GitHub
13	发布公共软件包	HAL-x 软件已上传到 PyPI（Python Package Index）：https://pypi.org/project/hal-x/

2022 年 4 月，PLOS 与开源项目 DataSear 合作，对该政策实施一年的效果进行调查和评估[8]。结果显示，2019 年 1 月至 2022 年 3 月发表在 *PLOS Computational Biology* 的论文，超过 99.5%生成了支持研究的代码，具有共享的可能性。得益于新政策的实施，在 2021 年 4 月至 2022 年 3 月期间，新提交并发表的论文的代码共享率已达到 87%，远高于 2020 全年 61%的比率。其中，通过 DAS 中的 CAS 共享代码的论文比例在 2021 年有了显著的提升，达到 78%，而 2020 年的这一比例为 58%。根据新的调查，到 2023 年 9 月，论文的代码共享率进一步提升到 96%，促使主编将代码共享确立为期刊的永久特色之一[28]。

2.4 公共仓储库

无论是数据共享，还是软件共享，都离不开公共仓储库（Public Repositories）的支持。PLOS 对软件仓储库的基本要求是运营 5 年以上，或者托管超过 1000 个项目[23]。伴随软件共享新政策的出台，PLOS 对作者采用的公共仓储库提出了新的要求[27]，主要有：①能够为源代码提供 DOI 或其他 PID；②允许软件的版本控制；③支持软件引用；④如果学科领域存在软件保存的标准，则要求选择符合标准的特定仓储库；⑤推荐采用学术社区认可的专业或通用仓储库；⑥数据和软件既可以存储在一起，也可以分别存储。

PLOS 给出向作者推荐的仓储库列表，部分结果见表 3[29]。在环境和生物医学领域，PLOS 推荐使用被著名的注册中心 FAIRsharing（https://fairsharing.org/）和 Re3Data（https://www.re3data.org/）收录的标准仓储库。

表 3 PLOS 推荐的部分软件仓储库

序号	名称	网址	说明
1	GitHub	https://github.com/	通用的开源软件托管平台
2	Code Ocean	https://codeocean.com/	创建、发布、保存和重用可执行代码和数据的通用平台
3	SourceForge	https://sourceforge.net/	通用的开源软件开发平台和仓库
4	Software Heritage	https://www.softwareheritage.org/	联合国教科文组织（UNESCO）和法国共同维护的软件遗产归档中心

5	Zenodo	https://zenodo.org/	综合性开放科学仓储库
6	Figshare	https://figshare.com/	综合性开放科学仓储库
7	OSF	https://osf.io/	帮助研究人员分享工作的平台
8	Bioinformatics.org	http://www.bioinformatics.org/	生物信息学领域开源软件平台
9	PhysioNet	https://physionet.org/	麻省理工学院计算生理学实验室管理的医学软件和数据共享平台

根据 PLOS 的调查，目前约有 2/3 的作者通过 GitHub 存储和共享代码[8]。GitHub 是全球最大的代码托管平台，聚集了 7000 多万开发者。早在 2014 年，GitHub 就联合 Zenodo，为软件分配 DOIs，支持软件引用和出版[30]。当源代码作为“支撑信息”与论文手稿一起提供时，PLOS 将其存放在 Figshare 仓储库中[27]。

3 代码共享政策的发展趋势

3.1 代码共享与数据共享协调发展

在开放科学所关注的各类新型研究对象中，数据与软件的关系最为密切。为彻底实现数据共享，相关的资源和科研产出也需要共享，包括软件、算法、仪器和材料等[31]。广义上讲，软件和代码也是一种数据。所以，许多出版机构的代码共享政策包含在数据政策中，如 Elsevier 和 Wiley 等。随着开放科学的发展，科学软件不同于科学数据的多重属性被挖掘出来，如可执行性、版本控制和依赖关系等，其开放共享的重要性已不亚于数据[6]。除了 PLOS，越来越多的组织和机构出台软件和代码共享政策（见表 4），其中将软件当作有别于数据的独立科学对象。

表 4 出台代码共享政策的出版商和学术组织

序号	出版商/学术组织	涵盖期刊数量	政策说明
1	Nature Portfolio（自然）	181 种期刊	强制性的代码和算法的可用性声明，一些期刊要求对代码进行同行评审
2	Springer Nature BMC（施普林格 自然）	约 300 种科学和医学期刊	在“数据和材料可用性声明”部分说明新代码的存储地址和获取方式
3	欧洲地球科学联合会（EGU）	*Geoscientific Model Development* 一种期刊	强制性的“代码和数据可用性声明”，要求论文相关的代码和数据必须共享
4	美国地球物理学会（AGU）	AGU 旗下 23 种期刊	强制性的“软件可用性声明”和软件引用要求
5	美国经济学会（AEA）	AEA 旗下 8 种期刊	数据和代码可用性政策，鼓励软件引用

这些政策都要求代码的可用性声明（CAS），但各个期刊及论文的具体声明模式不尽相同（见表 5），多数突出“数据可用性”，少数突出“代码可用性”，或者两者并列。但无论何种模式，都能保障代码与数据的同步开放共享，力争达到“1+1＞2”的最佳开放科学效果，这也正是 PLOS OSI 所倡导的[21]。为此，ReSA 联合 FORCE11（Future Of Research Communications and E-Scholarship）成立“代码可用性工作组”，致力于协调各个出版机构，规范和推广一致的代码和数据共享政策[32]。

表 5 代码可用性声明（CAS）的常见模式

序号	声明模式	说明
1	数据可用性声明（DAS）	将数据和代码的可用性声明都放到 DAS 中，如 PLOS 期刊和 AGU 期刊等
2	代码可用性声明（CAS）	只有 CAS，如 Nature 旗下数据期刊《Scientific Data》等，

		数据的可用性已在论文中专门描述
3	代码和数据可用性声明（CDAS）	将代码和数据的可用性声明都放到 CDAS（Code and Data Availability Statement）中，如 EGU 旗下期刊《Geoscientific Model Development》的部分论文
4	DAS 和 CAS 并列存在	论文同时含有 DAS 和 CAS，分别进行数据和代码的可用性声明，如 Nature 旗下的《Nature》、PLOS 的软件论文等

我国在建设高水平科技期刊的进程中非常重视数据共享政策的制定与实施[22, 33]。调查表明，“中国科技期刊卓越行动计划”入选的领军期刊中，近 82%出台了数据政策，梯队期刊的这一比例也超过了 34%[33]。一些期刊的数据政策包含鼓励代码共享的内容，如《生物多样性》的数据论文模板等。因此，在我国科技期刊数据共享已具有良好基础的状况下，及时推出代码共享政策（特别是 CAS），促进数据共享与软件共享的协调发展，释放开放科学的巨大潜力，应是水到渠成、大势所趋。

3.2 FAIR 原则指导下的开放出版

FAIR 原则，即可发现（Findable）、可获取（Accessible）、互操作（Interoperable）和可重用（Reusable），已被 UNESCO 的《开放科学建议书》确立为开放科学的基本原则之一。FAIR 原则发端于开放科学时代科学数据管理规范化的需求，目前已推广到软件、硬件和科研工作流等领域[3, 6]。

遵循和应用 FAIR 原则，已成为出版界对科学数据共享和出版的共识[34, 35]。PLOS 通过联合 Figshare 仓储库提高数据共享对 FAIR 原则的遵守程度[17]，其新近推出的“开放科学指数”（OSI）是在 FAIR 原则指导下开发的，主要涉及 FAIR 数据原则和 FAIR 软件原则[21]。

FAIR 软件原则由研究数据联盟（Research Data Alliance，RDA）、ReSA 和 FORCE11 联合研制，于 2022 年 3 月发布正式版本[3, 6]，其主要内容见表 6。2022 年 5 月，美国地球物理学会（AGU）联合欧洲地球科学联合会（EGU）和欧洲核子研究中心（CERN）等学术组织，启动“社区 FAIR”（Community FAIR）项目，旨在提升学术社区和出版领域数据和软件的 FAIR 化水平[36]。

目前，PLOS 代码共享政策对 FAIR 软件原则的支持还有限（见表 6），特别是对软件元数据 FAIR 化的重视程度不够，存在很大的完善空间。

表 6 FAIR 软件原则及 PLOS 的支持情况

编号	FAIR 原则内容	PLOS 支持情况
F	**可发现（Findable）**：软件及其元数据易于被人和机器发现	部分支持
F1	软件被分配一个全球唯一且持久的标识符	支持
F2	软件被丰富的元数据所描述	部分支持
F3	元数据明确包含其描述软件的标识符	尚未支持
F4	元数据符合 FAIR 数据原则，还是可搜索的和可索引的	尚未支持
A	**可获取（Accessible）**：软件及其元数据可通过标准化的协议检索	部分支持
A1	借助标识符，软件可以通过标准化的通信协议进行检索	支持
A2	即使软件不再可用，元数据仍然可访问	尚未支持
I	**互操作（Interoperable）**：软件之间能够通过标准的 API 交换数据和元数据	部分支持
I1	软件在读、写和交换数据时，满足领域相关的行业或社区标准	支持
I2	软件中包含对其他对象的限定引用	尚未支持
R	**可重用（Reusable）**：软件既可用，又可重用——可理解、修改和重建	部分支持
R1	以多种准确且相关的属性描述软件，包括：（R1.1）软件拥有明确且可	支持

	访问的许可信息（即许可证）；（R1.2）软件关联有详细的溯源信息	
R2	软件中包含对其他软件的限定引用	部分支持
R3	软件及其文档、API 等满足领域相关的行业或社区标准。	部分支持

融合 FAIR 原则的思想，我国已成功研制国家标准《数据论文出版元数据》（GB/T 42813-2023），并于 2023 年 8 月 6 日起实施，对促进科学数据开放共享和充分释放数据价值具有重要意义[37]。类似地，适应国际发展趋势，我国应及时研制和实施软件出版方面的元数据标准规范，一方面能保障科学软件的 FAIR 化水平，另一方面也能很好地协调数据与软件的同步开放共享。

4 结语

学术出版与开放科学的交叉融合推动着科研模式和学术交流模式的创新。联合国《开放科学建议书》建立国际规范和标准，致力于打破开放科学发展国家和地区间的不平衡，也解决各种研究对象间的不平衡问题，特别是"软件的开放共享"滞后于"数据的开放共享"问题。在学术出版领域的突出表现就是代码共享政策从数据政策中独立出来，这方面走在前列的机构有 PLOS、Springer Nature、EDU 和 AGU 等。本文以 PLOS 为例，系统介绍其代码共享政策的演进脉络、主要内容及其实施效果；进一步综合各个机构的动态，分析代码共享政策的发展趋势。论文尚存在不足：①对不同学科代码共享的差异分析不够；②没有开展实际使用的开源许可情况的调查和分析工作。

虽然 PLOS 的代码共享政策已取得初步成效，但与数据政策相比，还处于起步和发展阶段[8]。需要深入探讨的问题有：软件著作权和隐私保护、源代码审查及开源许可证合规和冲突等，将是下一步研究和关注的主要方向。

参考文献

[1] 盖双双, 马峥. 开放科学趋势下科技期刊的特征及评价研究[J]. 中国科技期刊研究, 2022,33(7):973-979.

[2] 陆彩女, 顾立平. 软件级别计量：概念辨析与应用途径[J]. 中国图书馆学报, 2022, 48(4):116-129.

[3] 翟军, 程义婷, 王统左, 等. 科学软件共享的 FAIR 原则——背景、内容与实践[J]. 情报资料工作, 2023, 44(2):93-101.

[4] 陆彩女, 顾立平. 开放科学与科技期刊的应对[J]. 中国科技期刊研究, 2022,33(2):183-191.

[5] 王德庄, 姜鑫. 国外学术期刊科学数据政策质性分析与内容要素研究[J]. 中国科技期刊研究, 2022, 33(8):1088-1097.

[6] Barker M, Chue Hong N P, Katz D S, et al. Introducing the FAIR Principles for Research Software [J]. *Scientific Data*, 2022(9):1-6.

[7] Druskat S, Bertuch O, Juckeland G, et al. Software Publications with Rich Metadata: State of the Art, Automated Workflows and HERMES Concept[EB/OL]. [2023-12-25]. https://arxiv.org/abs/2201.09015.

[8] Cadwallader L, Mac Gabhann F, Papin J, et al. Advancing code sharing in the computational biology community [J]. *PLoS ComputBiol*, 2022, 18(6): e1010193.

[9] Page M J, Nguyen P Y, Hamilton D G, et al. Data and code availability statements in systematic reviews of interventions are often missing or inaccurate: a content analysis[J]. *Journal of Clinical Epidemiology*, 2022(147): 1-10.

[10]冯昌扬, 陈雨雪. 生物医学期刊开放代码政策调研[J]. 中国科技期刊研究, 2019,30(2):156-160.

[11]韩婧. 《PLOS ONE》开放获取出版模式研究[J]. 编辑学报, 2014,26(2):202-204.

[12]匡登辉. PLoS 开放存取期刊网络平台知识服务研究[J]. 中国科技期刊研究, 2016, 27(1):72-78.

[13]庞瑜, 马瀚青, 叶喜艳, 等. PLoS 学术共同体行动出版商业模式分析与启示[J]. 中国科技期刊研究,

2023,34(6):750-758.
[14]翟军, 范卫华, 左云皓, 等. 法国研究软件开放共享的政策分析及实践案例[J]. 全球科技经济瞭望，2023, 38(2):67-76.
[15]Morane G, Katz D S, Lamprecht A, et al. Defining Research Software: a Controversial Discussion (Version 1) [EB/OL]. [2023-12-26]. https://www.zenodo.org/record/5504016.
[16]PLOS. Open Science [EB/OL]. [2023-12-26]. https://plos.org/open-science/.
[17]PLOS ONE. Data Availability [EB/OL]. [2023-12-26]. https://journals.plos.org/plosone/s/data-availability.
[18]Atkins H. Author Credit: PLOS and CRediT Update [EB/OL]. [2023-12-26]. https://theplosblog.plos.org/2016/07/author-credit-plos-and-credit-update/.
[19]Boudreau M, Poline J-B, Bellec P, et al. On the open-source landscape of PLOS Computational Biology[J]. *PLOS Comput Biol*, 2021, 17(2): e1008725.
[20]PLOS. Open Code [EB/OL]. [2023-12-26]. https://plos.org/open-science/open-code/.
[21]PLOS.A first look at Open Science Indicators for articles published in 2023[EB/OL]. [2023-12-26]. https://theplosblog.plos.org/2023/06/open-science-indicators-update-q1-2023/.
[22]张泽钰, 姜璐璐, 高瑜蔚, 等. 我国科技期刊数据政策制定研究[J]. 中国科技期刊研究, 2023, 34(11): 1367-1373.
[23]PLOS ONE. Materials, Software and Code Sharing [EB/OL]. [2023-12-27]. https://journals.plos.org/plosone/s/materials-software-and-code-sharing.
[24]Prlić A, Lapp H. The PLOS Computational Biology Software Section[J]. *PLoS Comput Biol*, 2012, 8(11): e1002799.
[25]雷雪. 科技学术期刊数据可用性声明规范应用的现状及建议[J]. 编辑学报, 2021,33(3):271-275.
[26]吴蓉,顾立平,刘晶晶.国外学术期刊数据政策的调研与分析[J].图书情报工作,2015,59(7):99-105.
[27]PLOS Computational Biology. Code Availability [EB/OL]. [2023-12-27]. https://journals.plos.org/ploscompbiol/s/code-availability.
[28]PLOS. How does mandated code-sharing change peer review? [EB/OL]. [2023-12-27]. https://theplosblog.plos.org/2023/09/code-policy-interview/.
[29]PLOS. Recommended Repositories [EB/OL]. [2023-12-27]. https://journals.plos.org/ploscompbiol/s/recommended-repositories.
[30]GitHub. Referencing and citing content [EB/OL]. [2023-12-27]. https://docs.github.com/en/repositories/archiving-a-github-repository/referencing-and-citing-content.
[31]Cousijn H, Habermann T, Krznarich E, et al. Beyond Data: Sharing Related Research Outputs to Make Data Reusable [J]. *Learned Publishing*, 2022, 35(1):75-80.
[32]ReSA. The Code Availability Group [EB/OL]. [2023-12-27]. https://www.researchsoft.org/taskforces/.
[33]孔丽华, 陈枢舒, 习妍, 等. 中国科技期刊卓越行动计划入选期刊数据政策实施现状调研与分析[J]. 中国科学数据, 2023, 8(1):224-234.
[34]雷雪. FAIR 原则在科技期刊数据出版中的应用实践与推进建议[J]. 中国科技期刊研究, 2022, 33(8): 1075-1080.
[35]刘凤红, 彭琳. FAIR 原则背景下国际出版集团的数据政策和实践[J]. 中国科技期刊研究, 2021, 32(2): 173-179.
[36]Stall S, Lenhardt W.C, Erdmann C, et al. Community FAIR [EB/OL]. [2023-12-27]. https://doi.org/10.5281/zenodo.6585767.
[37]高瑜蔚, 朱艳华, 孔丽华, 等. 数据论文及关联科学数据集出版元数据标准研究[J]. 中国科技期刊研究, 2023,34(10):1270-1282.

Research on code sharing policies of PLOS journals in open science environment

ZHAI Jun FAN Weihua HU Huiling Li Jianfeng

School of Maritime Economics and Management, Dalian Maritime University, 1 Linghai Road Dalian, Dalian 116026, China

Abstract: [Purposes] Taking PLOS (Public Library of Science) publishing institutions and serial journals as examples, this paper studies the code sharing policies of academic journals and provides reference for domestic journals to optimize Open Science policy. **[Methods]** Through literature analysis and Web survey methods, this paper studies the evolution, main content, and development trends of code sharing policies of PLOS. **[Findings]** The PLOS code sharing policies have been separated from the data policies, and its mandatory code availability statement and supporting policies have effectively improved the code sharing rate of papers published in journals, which is conducive to the reproduction of research and the improvement of research efficiency. **[Conclusions]** In the period of in-depth development of Open Science, compared with the data policies, the code sharing policies of academic journals is still in its infancy. The development trend includes coordinated development with the data policies and application of FAIR software principles, which has reference value for the introduction of code policies in academic journals in China along with data policies.

Keywords: Open science; Code sharing policy; Academic journal; Scientific software; Open code; Data policy

作者贡献声明：

翟　军：提出研究方向，设计论文框架，撰写、修订和审核论文；

范卫华：收集数据、整理资料，起草和撰写论文；

胡慧玲：文献调查和分析；

李剑锋：数据调查和分析，参与论文修订。

收稿日期：2023-07-10

修回日期：2023-12-29